



Edellytykset kysyntäjoustop toteutumiselle kiinteistössä

Pirkko Harsia,^a Sirja-Leena Penttinen,^b Pertti Järventausta,^c Jaakko Sorri,^c Pami Aalto,^d Kari Kallioharju,^a Jari Kaivo-oja,^e Matti Kojo,^d Timo Korpela,^c Ilkka Ruostetsaari,^d Anna M. Oksa^d

a = Tampereen ammattikorkeakoulu

b = Itä-Suomen yliopisto

c = Tampereen teknillinen yliopisto

d = Tampereen yliopisto

e = Turun yliopisto

ISBN: 978-952-03-0393-8

1. Tiivistelmä

Sähkö on tuoretuote. Sähköjärjestelmä on tuotannon, siirron ja kulutuksen muodostama kokonaisuus, jonka tulee olla jatkuvasti reaaliaikaisesti tasapainossa. Sähköenergiajärjestelmä on rakennettu kulutusta varten. Kulutuksen suunniteltu ja ohjattu ajoitus, kysyntäjousto, tarjoaa yhden kustannustehokkaan keinon tehotasapainon hallintaan.

Rakennusten energiankäyttö on merkittävä osa koko energian, ja myös sähkö, kulutuksesta. Rakentamisen aikana tehtävillä ratkaisuilla on suuri vaikutus siihen, miten rakennusten käyttö saadaan sovitettua yhteen meneillään oleviin muutoksiin, tarpeisiin ja kokonaistavoitteisiin energijärjestelmissä. Rakentamisen ohjauksen – esimerkiksi energiatehokkuustavoitteiden osalta -- tulee osaltaan kannustaa siihen, että rakennuksista tulee energijärjestelmän aktiivisia osia, samalla kun taataan käyttäjille terveelliset, toimivat ja turvalliset olosuhteet. Rakennusten tekniset ratkaisut tulee suunnitella ja toteuttaa niin, että energian käyttöä ja tuotantoa mitataan, seurataan ja ohjataan reaaliaikaisesti joko paikallisesti tai liitettynä ohjauspalveluihin.

Kysyntäjoustop kykenevän, mahdollisen "älykään" ratkaisun perustana on hyvä sähkö- ja ohjusjärjestelmien suunnittelu. Tällä hetkellä Suomen lainsäädäntö ei aseta juurikaan vaatimuksia rakennusten sähkötekniiselle suunnittelulle tai suunnittelijalle. Sähkötekniinen suunnittelu tulisi lisätä rakennusten erikoissuunnitteluvaatimukseen.

Maankäyttö- ja rakennuslaki edellyttää, että rakennusten energiankulutus jää vähäiseksi, samoin kuin tehontarve ja että energiankulutusta voidaan seurata (MRL132/2016 §117g). Siksi tulee edellyttää, että laitevalinnat ja sähköjärjestelmän rakenne mahdollistavat sähkön huipputehon tarpeen pienentämisen ja parantavat sähkötehon kulutuksen ohjattavuutta. Tehotietoisuutta lisätään, jos energian kokonaismäärän laskennan ja mittaamisen lisäksi tarkastellaan, millainen energian kuluttajan kohde on käyttöprofiililtaan, huipputeholtaan ja käytön ajoitukseltaan.

Kysyntäjoustop toteuttamisperiaatteena on pyrkiä hyödyntämään sellaisia kuormituksia, joita voidaan ohjata aiheuttamatta kohtuutonta haittaa käyttäjille. Ohjaus- ja automaattioratkaisuilla voidaan myös parantaa kiinteistöjen omatuotannon hyödyntämistä, sähköautojen latausmahdollisuuksia ja yleistä turvallisuutta esimerkiksi häiriötilanteissa. Kysyntäjoustop toteuttamiseen kiinteistöissä tarvitaan vähintään kansallisen tason politiikkatavoitteita. Valtiolta ja julkiselta sektorilta voi jäädä varsin mittavat taloudelliset kustannussäästöt saavuttamatta, ellei sähkömarkkinoiden ja rakennusten energiahuollon ohjaukseen paneuduta huolella. Säädoksiä tulee kehittää niin, että se takaa kuluttajalle mahdollisuuden osallistua kysyntäjoustop. Olemassa olevaa mitausdataa tulisi voida hyödyntää myös ohjauspalveluissa.

2. Ongelma

2.1 Tausta

Sähkön kulutuksen hetkellisen tehotarpeen eli kuorman aiheuttaa sähkölaitteiden samanaikainen käyttö. Ohjattavien kulutuskohteiden avulla voidaan hyödyntää paremmin säariippuvaa tuotantoa tai välttää tarvetta säätö- ja huipputehon

tuotantoa varten ylläpidettäviin energiantuotantoyksiköihin, jotka useimmiten ovat juuri eniten päästöjä aiheuttavia tuotantomuotoja ja käytönsä nähden kalliimpia.

Merkittävä poikkeama sähköenergiajärjestelmän tehtasapainossa – niin yli- kuin alituotanto – voi aiheuttaa taajuuden muutoksen, joka voi johtaa vakaviin häiriöihin järjestelmässä. Tästä on esimerkkinä vuonna 2006 Saksassa tapahtunut voimajärjestelmän suurhäiriö. On myös ollut sähkön ylituotantotilanteita, joissa on maksettu kuluttajille sähkön käytöstä (YLE 2016).

Energian käytön tarkastelu pelkkänä pidemmän aikavälin kokonaiskulutuksena (esimerkiksi vuosikulutuksena) ei kerro, millainen kohde on sähkön tai muun energian käyttäjänä. Kulutuspaikan tehoprofiili eli se, milloin ja miten paljon energiaa hetkellisesti käytetään, tulee olemaan yhä keskeisempää. Tällä hetkellä ei kovinkaan hyvin tiedetä, miten eri kuluttajaryhmät käyttävät energiaa ja millaisia muutoksia tehoissa on aiheutunut esimerkiksi lämmitystapamuutosten seurauksena. Näillä tekijöillä on suuri kansantaloudellinen merkitys, sillä ne asettavat vaatimuksia energiajärjestelmän muiden komponenttien vaatimuksille ja käytölle.

Tulevaisuudessa älykäs systeemien ohjaaminen tulee olemaan aikaisempaa yleisempää. Erityisesti ns. Teollisuus 4.0 –lähestymistapa, joka on saksalainen termi teolliselle internetille, sisältää ajatuksen kyber-fysikaalisten systeemien ohjauksesta (Cyber Physical Systems, CPS, ks. Forschungsunion & Acatech 2013, Liffler & Tschiesner 2013, Anderl 2015). Myös ajatus älykkäistä kaupungeista (ns. Smart City-konsepti) sisältää ajatuksen älykkäistä rakennuksista ja kiinteistöistä, joiden osalta systeemejä voidaan säätää

älykkäästi ja joustavasti. Tämän tyyppisten ratkaisujen kehittäminen edellyttää sulautettujen järjestelmien, älykkäiden sensoreiden, älykkäiden systeemien ja lopulta kokonaisten kyber-fysikaalisten tuotantosysteemien (Cyber Physical Production Systems, CPPS) teknistä kehitystä Suomessa. Käsittelemämme ongelma liittyy siis Teollisuus 4.0-haasteeseen, joka on muun muassa Saksan, Alankomaiden ja Ruotsin teollisuuspolitiikan ytimessä.

2.2. Miten ohjattavuus syntyy?

Tekninen kehitys ja digitalisaatio ovat tuoneet vaihtoehtoja entistä tarkempaan kulutuksen mittaamiseen, seurantaan ja ohjaukseen. Syntyvätkö markkinalähtöisillä ”ohjaustuotteilla” tai laitekohteisella ”älykkyydellä” yksinään sähkökuormien ohjauksen ratkaisut vai tarvitaanko ohjattavuuden edellytyksien luomiseksi tavoitteita suunnittelun, laitevalintojen ja toteutuksen yhteydessä? Kenen nämä tavoitteet pitäisi asettaa? Miten Suomessa jo toteutettu sähkön etälukujärjestelmä tukee kysyntäjoustoprojektien tarpeita?

Kiinteistötasolla kysyntäjoustoprojektien toteutuksessa lähtökohdaksi on kiinteistön sähkönjakelujärjestelmän rakenne ja laitevalinnat. Vaikka laitekohmainen ohjaus tapahtuisikin ”pilvipalveluna”, laitteiden ottama sähköteho siirtyy kuitenkin kiinteistön sähköjärjestelmän kautta.

Ohjauksessa on otettava huomioon myös turvallisuuden ja erityisesti kyberturvallisuuden liittyviä näkökulmia. Nämä ns. IoT-, IoD ja IoS- näkökulmat on syytä tarkkaan arvioida tässäkin yhteydessä (vrt. Anderl 2015, kalvo 17).¹

Sähkökuormien osallistuminen sähköverkon tehon tasapainottamiseen ei ole sinänsä uusi asia. Suomessa jo tällä hetkellä suurimman ohjauspo-

¹ IoT (Safe and secure things): turvalliset esineet ja asiat –näkökulma edellyttää luotettavia ja robusteja konekontrollijärjestelmiä, tunnistamis- ja todentamisympäristöjä sekä integriteettiä. IoD (Safe and Secure Data): turvallinen data –lähestymistapa edellyttää salaamistekniikoiden, datan allekirjoitustekniikoiden ja vahvistamisprotokollien teknistä osaamista.

IoS (Safe and secure services): turvalliset palvelut –lähestymistapa edellyttää oikean käytön, luotettavien käyttöympäristöjen ja käyttäjien identifiointin teknistä hallintaa.

tentiaalin muodostavat noin 400 000 sähkölämmitystaloa, joissa laajalti vakioidut asennukset ovat valmiina ohjauksia varten. Niistä useimmissa on toteutettu myös tehon rajoitus (ns. kiuasristeilyllä kiukaan termostaatti ohjaa pois päältä vastaavan tehon sähkölämmitystä) sekä varautuminen kuorman ohjaukseen. Varaavaa sähkölämmitystä ja lämminvesivaraajia on jo vuosikymmeniä ohjattu käynnistymään yöaikaan. Tämä järjestelmä syntyi ennen sähkömarkkinoiden vapautumista sähköyhtiöiden vaatimuksesta. Millä kannusteilla uusiin kohteisiin saadaan vastaavia valmiuksia, kun sähkön hinnoittelu ei siihen ole kannustanut eikä mitään varautumista edellytetä rakentamis- tai korjausvaiheessa? Jo pelkästään Smart City-konseptin toteuttaminen Suomen kaupungeissa (vrt. Zhuhadar ym. 2017) edellyttäisi koordinoitumpaa toimintaa sähkömarkkinoiden ja rakennusten energiahuollon ohjauksessa. Yhteiskunnalta, valtiolta, julkiselta sektorilta ja kuluttajilta voi jäädä varsin mittavat taloudelliset kustannussäästöt saavuttamatta, ellei asiaan paneuduta huolella.

2.3 Miten kulutuskohteisiin saadaan valmius osallistua kysynnän joustoon?

Sähköjärjestelmien rooli on poikkeuksellinen rakentamisen lainsäädännössä ja viranomaistoiminnassa. Sähköturvallisuuden, sähkömarkkinoihin ja yleiseen energiatehokkuuteen liittyvien asioiden sääntely on ensisijaisesti työ- ja elinkeinoministeriön alaista toimintaa. Rakentamisen ohjaus ja sitä koskevien säädösten valmistelu on puolestaan ensisijaisesti ympäristöministeriön alaista toimintaa. Lisäksi useat ministeriöt asettavat vaatimuksia kiinteistöjen sähköteknisille järjestelmille: sisäasianministeriö turvajärjestelmiin, liikenne- ja viestintäministeriö tietojärjestelmiin ja sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö rakennusterveyteen liittyen. Kuinka hyvin nämä osavaatimukset ohjaavat toimivaan kokonaisuuteen?

Miksi kiinteistöjen sähköenergiajärjestelmän ja tietoteknisten ratkaisujen rooli on jäänyt hyvin vähäiseksi mm. energiatehokkuussäädöksissä ja muissa rakentamismääräyskokoelmaan liittyvissä määräyksissä ja ohjeissa?

Rakennusten energiatehokkuusvaatimuksissa tarkastellaan sähkön käyttöä, lämmitystä lukuun ottamatta, vain vuositasona (Sorri ym. 2016). Ohjaako sähköenergian vuositason energiamuutoksesta resurssitehokkaisiin ratkaisuihin, kun käyttö arvotetaan samanlaiseksi niin keskeillä kauspäivä, kun kulutusta on vähän, kuin huippukulutuksen aikaan talvella? Tuloksena on se, että vuosittainen kokonaisenergiankulutus saattaa pienentyä, mutta sähkön huipputeho kasvaa, kuten mm. erilaisissa lämpöpumppuratkaisuissa, joissa käytetään tukena suuritehoisia lisälämmitysvastuksia (Kallioharju ym. 2015).

Suomessa jo laajalti käytössä olevaa etälukumittarointia ei toteutettu niin, että sen välityksellä kuormanohjaus olisi täydessä laajuudessaan hyödynnettävissä. Miksi mittarien mittaustietoa ei päästä hyödyntämään rakennusten automaattoratkaisuissa? (Järventausta ym. 2015). Tämä kysymys on "tuhannen taalan" energiataloudellinen kysymys Suomessa.

2.4 Kysynnän jousto edellyttää suunnittelua – kuka edellyttää suunnittelun?

Sähkölaitteiden tai -laiteryhmien ja asennuskokonaisuuksien ohjausvalmius edellyttää ohjattavuuden huomioon ottamista kiinteistön suunnittelussa. Suunnittelun tavoitteet asettaa kuitenkin tilaaja. Jos rakennuksen rakentaja ei ole useinkaan ole sen loppukäyttäjä, nähdään ohjaustarpeiden toteuttaminen – jos sen tarvetta edes tunnustetaan – turhaksi rakentamiskustannukseksi, joka on helppo karsia pois.

Vielä 1990-luvulla sähköyhtiöillä oli vahva rooli kiinteistöjen sähköjärjestelmien suunnittelun ja toteutuksen ohjauksessa. Sähkösuunnittelu oli määritelty sähkötyöksi ja suunnittelijalle asetettiin pätevyysvaatimuksia. Tämän jälkeen sähkösuunnittelulle tai suunnittelijalle ei ole asetettu mitään vaatimuksia lainsäädännössä eikä sähkösuunnittelua edes tarvitse tehdä (Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä 2015). Sähköjärjestelmälle asetetaan tilaajan tavoitteiden lisäksi vain sähköturvallisuusvaatimukset. Kiinteistöjen ohjaus- tai automaattoratkaisuille ei ole säädösten yleisiä tavoitteita. Sähköasennusten

dokumentointi olisi ylläpidon sekä ohjaustuotteiden ja -palveluiden lisäämisen kannalta tärkeää. Tässä on nykyisellään suuria puutteita erityisesti pientaloissa (Kanerva ym. 2011; Luotonen 2014).

Mikään sääntely tai ohjeistus ei edellytä tekemään rakennuksissa tai huoneistoissa tehonrajoituksia tai varauksia ohjattavuuteen; ainoana rajana on pääsulakkeen koko. Liittymäkoon suuruuteen taas vaikuttavat huipputehon lisäksi myös suuria käynnistysvirtoja aiheuttavat laitteet (moottorikuormat, kuten lämpöpumput) sekä verkon suojaukseen liittyvät näkökulmat. Sekä laitevalinnoissa että liittymämitoituksissa tehdään ylimitoituksia, kuten esimerkiksi sähkösaunoissa, joissa kiuastehot ovat kasvaneet merkittävästi. Sähkösuunnittelussakin panostetaan hyvin vähän huipputehojen leikkaamisen ja kulutuksen tasapainottamiseen (Järventausta ym. 2015). Laitteiden hankintavaiheessa saatetaan myös hintasivistä vaihtaa teholtaan tai ohjattavuudeltaan huonompiin ratkaisuihin.

3. Ratkaisut

3.1 Tehohallinnan vaiheet

Sähkökuormien ohjauksen mahdollistaminen laajasti edellyttää kiinteistöjen sähköverkon ja kiinteistöautomaation suunnittelemista ja rakentamista niin, että kuormia voi ylipääntensä ohjata. Resurssitehokas käyttö edellyttää myös muutoksia totuttuihin ratkaisuihin. Esimerkiksi kerrostalokiinteistöihin tulee mittausjärjestelmiä uudistaa ja kuorman ohjausta suunnitella kiinteistötasolla. Jälkikäteen muutokset kiinteistöverkon rakenteissa voivat olla kalliita ja hankalia toteuttaa.

Kysyntäjoustop toteuttaminen ja tehon hallinta kulutuspuolella koostuu useasta eri osasta. Kulutuslaitteiden tarpeenmukainen mitoitus ja valinta ovat perustana kokonaisteholle. Kiinteistöjen sähköjärjestelmän perusrakenne, asennusten ryhmitys ja varautuminen ohjaustarpeeseen esimerkiksi keskusrakenteissa ja automaatoratkaisuissa tehdään rakennuksen suunnittelu- ja asennusvaiheessa. Tällöin ratkaistaan, millaiseksi kohteen huipputeho muodostuu ja luodaan perusta sille, miten kuormituksen hallinta voidaan erilaisin ohjauspalveluin toteuttaa. Suunnitelmissa ja toteutuksessa

tulisi tavoitella ratkaisuja, jotka mahdollistavat tulevaisuudessa älykkään operoinnin sekä kiinteistö- että aluetasolla energian tuotannossa ja käytössä (Lahtinen 2017).

Kysyntäjoustop toteuttamisessa pyritään hyödyntämään sellaisia kuormituksia, joita voidaan ohjata aiheuttamatta kohtuutonta haittaa käyttäjille. Lähes jokaisessa kiinteistössä on laiteryhmiä, joiden käyttöaika voidaan siirtää vuorokauden sisällä – kuten varaavat lämmitykset, sulanapitolämmitykset, kasvihuonevalaistus, kylmävarastot. Vaihtoehtoisesti laiteryhmiä voidaan säätää hetkellisesti alemmaksi huonontamatta olosuhteita tai asumismukavuutta – kuten osaa valaistuksesta, ilmanvaihto ja sen käyntiajat, sähkökiukaat (Järventausta ym. 2015). Kuorman ohjaus ei siis tarkoita, että yksittäisessä kohteessa ”sähkö on poissa tunteja tai päiviä”, vaan hyvin lyhyitä suurten kuormien poiskytkentöjä, tehon vuorottelua tai tehon alentamista. Samoilla ohjaus- ja automaatoratkaisuilla voidaan myös parantaa kiinteistöjen mahdollisen omatuotannon hyödyntämistä ja sähköautojen latausmahdollisuuksia.

3.2 Taloudellisen kannusteet

Ennen energiapohjaisia sähkömarkkinoita, 1970-1990-luvuilla, suoran sähkölämmityksen ohjaus oli sähkölaitoksissa yleisesti käytetty toiminto. Kannuste tuli silloista tukkutariffeista, joissa sähkölaitoksen vuoden huippukuormituksen suuruus määritteli merkittävästi seuraavan vuoden sähkön hankintahintaa. Asiakkaan saama hyöty saattoi olla jopa yli 1000 markka vuodessa, eli inflaatiokorjaamattomana lähes 200 €/vuosi. Ohjauksen pituutta rajoitettiin sähkötoimitusehdoissa, jotka edelleen sisältävät samoja rajoitteita. Nykyiset ehdotkin mahdollistaisivat ohjauksen toteuttamisen ilman lakimuutoksia. Käyttäjä ja myyjä voivat sopia sähkönkäytön ohjauksen käytöstä. Suoran sähkölämmityksen ohjaukseen on asetettu vuorokautiset aikarajat (STE 2014).

3.3. Tehon käyttö osaksi rakentamisen energiatehokkuusvaatimuksia

Kiinteistöissä varautuminen ohjattavuuteen on helpointa ja kustannustehokkainta rakentamis-

tai peruskorjausvaiheessa. Silloin tehdään merkittävimmät valinnat rakennuksen laitteista, järjestelmistä ja asennusratkaisuista. Kysyntäjoustopon laajamittainen toteutumisen pohjaksi tarvitaan rakentamisen sääntelyn tukea ja ohjausta. Tarvitaan taloudellisia ja sosiaalisia kannusteita, joilla rakennuksiin luodaan edellytyksiä hallita kulu- tusta ja tehdä resurssitehokkaita valintoja. Näiden valintojen ohjaamiseksi markkinaperusteisesti toimivat yritykset voivat tarjota omia palveluitaan. Huipputehon rajoittamiseen ja tehon ohjaamiseen on paljon erilaisia vaihtoehtoja, mikäli niitä halutaan ja voidaan ottaa käyttöön.

Rakennusten energiatehokkuussäädökset perustuvat maankäyttö- ja rakennuslakiin (MRL132 §117g), jossa on mukana maininta myös tehosta. Asetuksissa ja ohjeistuksissa tulisi energiatarkastelun rinnalla ottaa huomioon myös tehopohjainen tarkastelu ja kannusteet kysyntäjoustopon, esimerkiksi E-lukurajoilla. Myös taloudellisuustarkasteluissa tulisi ottaa mukaan skenaariot sähkön siirtohinnoittelun muutoksista aiempaa perusmaksu- tai tehopainotteiseksi (Lummi ym. 2016).

Komission ehdotuksessa rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU muuttamisesta on nostettu vahvasti esiin kiinteistöautomaation rooli energiatehokkuuden parantamisessa. Komissio ehdottaa muun muassa älykäitä ratkaisuja koskevaa uutta indikaattoria, jolla arvioitaisiin rakennuksen teknisiä valmiuksia toimia vuorovaikutuksessa asukkaiden ja sähköverkon kanssa ja hoitaa tehokkaasti toimintojaan (Euroopan Komissio 2016).

3.4 Energiajärjestelmään liittyvän sääntelyn yhteensovittaminen

Energiaketjut tai energiajärjestelmät muodostavat kokonaisuuden. Tähän kokonaisuuteen kuuluvat tuotannon-, siirron- ja kulutuksen tasot. Muutokset yhdellä tasolla johtavat muutoksiin myös muilla tasoilla. Energiajärjestelmien teknisen yhteenkuuluvuuden lisäksi myös energiajärjestelmien juridinen sääntely muodostaa kokonaisuuden, jossa eri tasot ovat vuorovaikutuksessa toistensa kanssa. Tämä tarkoittaa muun muassa sitä,

että innovaatiot jollain energiajärjestelmän tasolla johtavat lainsäädäntömuutoksiin myös muilla tasoilla.

Energiatehokkuuden sääntely jakaantuu sekä työ- ja elinkeinoministeriön että ympäristöministeriön toimivalta-alueelle. Samaan tapaan kuin eri pääosastot Euroopan komissiossa, toimivat eri ministeriöt hieman eri logiikoilla ja eri päämääriä tavoitellen. Kärjistäen voidaan todeta työ- ja elinkeinoministeriön pyrkivän muun muassa talouden ja innovaatioiden parantamiseen, ympäristöministeriön pyrkiessä muun muassa luonnon- ja ympäristön sekä luonnon monimuotoisuuden suoje- luun. Eri ministeriöiden tavoitteet poikkeavat siis toisistaan; toinen yrittää kehittää taloutta ja toinen suojella luontoa. Tässä ei sinänsä ole mitään väärää tai ongelmaa. Hankaluuksia syntyy kuitenkin silloin, kun saman asian sääntely osuu useamman ministeriön toimivalta-alueelle. EU-tasolla energiaunioni pyrkii korjaamaan juuri tätä ongelmaa. Pitäisikö tähän pyrkiä tehokkaammin myös Suomessa?

3.5 Kuluttajien roolin kasvaminen ja uudenlaiset haasteet sääntelylle

Energiaunionin eräs keskeinen tavoite on kuluttajien aktivoiminen osaksi energiajärjestelmää ja kannustus energiatehokkuuteen erityisesti kysyntäjoustopon keskittyvissä ratkaisuissa.

Kuinka hyvin kansalaiset tuntevat sähkönkäyttö- ään? EL-TRAN-konsortio toteutti elo-lokakuussa 2016 kansalaiskyselyn, johon vastasi 1349 suomalaista. Siinä kysyttiin kotitalouden energiankulutusta vuodessa ja kotitalouden suurinta verkosta ottamaa tehoa eli huipputehoa. Kotitalouden energiankulutuksen osalta 47 % kertoi jonkin luvun ja 53 % vastasi "en tiedä". Huipputehokysymykseen vain 9 % vastaajista antoi jonkin luvun ja 91 % vastasi "en tiedä".

Keskeinen kysymys onkin, millaisella sääntelykehikolla tai muilla ohjauskeinoilla kuluttajat saadaan aidosti osaksi energiajärjestelmää. Lisäksi on syytä huomata, että nykyinen sääntelykehikko on luonnollisesti keskittynyt ennen kaikkea sähkön tuotanto- ja siirtotasojen sääntelyyn.

Erilaiset tietotekniset sovellukset, kuten esimerkiksi älykkäät mittausjärjestelmät ovat keskeinen edellytys kuluttajien aktiiviselle osallistumiselle energiamarkkinoille ja luovat osaltaan mahdollisuuden kysyntäjoustoon. Älykkäiden mittausjärjestelmien ja älykkäiden verkkojen laajempi käyttöönotto luo kuitenkin uudenlaisia haasteita energiasektorin sääntelylle. Esimerkiksi energiasektoria koskevaa sääntelykehikkoa tulee muokata kokonaisvaltaisesti vastaamaan meneillään olevaa energiamurrosta. Sen lisäksi sääntelykehikon tulee huomioida myös muun muassa kuluttajansuojaan liittyviä seikkoja, jotka osaltaan turvaavat kuluttajien aktiivisen osallistumisen energiamarkkinoille. Älykkäissä järjestelmissä voidaan esimerkiksi käsitellä entistä suurempia määriä erilaisia henkilötietoja. Siitä puolestaan aiheutuu kuluttajille riskejä, jotka ovat olleet energiasektorilla aiemmin tuntemattomia.

Suomessa pitää ratkaista ennen seuraavaa etäluettavien sähkömittareiden uusintakierrosta, käytetäänkö etämittareita kysyntäjoustossa ja pitääkö mittausdata olla saatavissa etälukumittareista myös kiinteistön ohjaukseen sen omalla erillisjärjestelmällä, kuten kiinteistöautomaatiojärjestelmällä.

4. Päätelmät ja suositukset päätöksentekijöille

1. Sähköjärjestelmien suunnittelun aseman parantaminen: Kiinteistöjen sähköjärjestelmien asema rakennusten suunnitteluvaatimuksissa tulee nostaa samalle tasolle muun erikoissuunnittelun kanssa. Jons. Smart City-lähestymistavan ja Teollisuus 4.0 -lähestymistavan uskottava kehittäminen Suomessa edellyttäisi tämän suuntaista ripeää toimenpidettä.
2. Energijärjestelmien resurssitehokkuus osaksi energiatehokkuutta: Kysyntäjoustoon ja tehonhallintaan varautuminen tulee olla osa energiatehokasta ja vähäpäästöistä kiinteistöä ja sitä koskevaa sääntelyä. Tässä yhteydessä on syytä huomioida myös turvallisuusnäkökohdat erityisesti kyberturvallisuuden osalta huolellisesti.

3. Kuluttajien aktiivinen rooli energiasektorilla edellyttää myös energiasektorin sääntelykehikon mukauttamista siten, että kuluttajien aktiivinen osallistuminen energiamarkkinoille sekä mahdollistetaan että turvataan.
4. Kuluttajien energiankäytöstä eli tehoprofiilista tarvitaan lisää yksityiskohtaisempaa tietoa suunnittelun ja päätöksenteon tueksi.

Viitteet

Anderl, R. (2015) What is Industrie 4.0 and How Will It Create the New Growth? <http://industry40.ee/wp-content/uploads/2015/05/ppt-Reiner-Anderl.pdf>

Euroopan Komissio (2016) Ehdotus: EUROOPAN PARLAMENTIN JA NEUVOSTON DIREKTIIVI: rakennusten energiatehokkuudesta annetun direktiivin 2010/31/EU muuttamisesta COM/2016/0765 final - 2016/0381 (COD) http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:4908dc52-b7e5-11e6-9e3c-01aa75ed71a1.0020.02/DOC_1&format=PDF

Forschungsunion & Acatech (2013) Securing the Future of German Manufacturing Industry: Recommendations for Implementing the Strategic Initiative INDUSTRIE 4.0: Final Report of the Industrie 4.0 Working Group. April 2013. http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf

Järventausta, P., Repo, S., Trygg, P., Rautiainen, A., Mutanen, A., Lummi, K., Supponen, A., Heljo, J., Sorri, J., Harsia, P., Honkiniemi, M., Kallioharju, K., Piikkilä, V., Luoma, J., Partanen, J., Honkapuro, S., Valtonen, P., Tuunanen, J. & Belonogova, N. (2015) Kysynnän jousto - Suomeen soveltuvat käytännön ratkaisut ja vaikutukset verkkoyhtiöille. Tutkimusraportti. Tampereen teknillinen yliopisto. [https://tutcris.tut.fi/por-tal/fi/publications/kysynnan-jousto-suomeen-soveltuvat-kaytannoen-ratkaisut-ja-vaikutukset-verkkoyhtio-eille-dr-pooli\(d8a7e38d-6533-417e-974c-8399326a55c6\).html](https://tutcris.tut.fi/por-tal/fi/publications/kysynnan-jousto-suomeen-soveltuvat-kaytannoen-ratkaisut-ja-vaikutukset-verkkoyhtio-eille-dr-pooli(d8a7e38d-6533-417e-974c-8399326a55c6).html)

Kallioharju, K., Honkiniemi, M., Juvela, J-P., Lipsanen, E. & Uusitalo, S. (2015) Vuoreksen energiaseuranta- ja olosuhdehanke. Loppuraportti.

<http://tate.blogs.tamk.fi/vuores/vuores-hanke/vuoreksen-seurantahankkeen-julkaisuja/>

Kanerva, R., Iholin, T. & Suvanto, M. (2011) Sähköasennustöiden taso uusissa pienrakennuksissa, projektin loppuraportti. TUKES. http://www.tukes.fi/Tiedostot/sahko_ja_hissit/esitteet_ja_oppaat/sahkoasennustoiden_taso_loppurap2011.pdf

Lahtinen, P. (2017) Kiinteistöjen sähkökuormat ansaitsemaan. Plaani 1/2017, 20-21.

Liffler, M. & Tschiesner, A. (2013) The Internet of Things and the Future of Manufacturing. McKinsey & Company. <http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/the-internet-of-things-and-the-future-of-manufacturing>

Lummi, K., Rautiainen, A., Järventausta, P., Heine, P., Lehtinen J., & Hyvärinen, M. (2016) Cost-causation based approach in forming power-based distribution network tariff for small customers. 13th International Conference on the European Energy Market (EEM), Porto, 2016, 1-5. doi: 10.1109/EEM.2016.7521251

Luotonen, T. (2014) Pientalojen sähkötekniinen dokumentointi.

https://publicatons.theseus.fi/bitstream/handle/10024/74949/Luotonen_Tomi.pdf?sequence=1

MRL 132/1999. Maankäyttö- ja rakennuslaki (30.12.2016) <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>

Sorri, J., Heljo, J., Järventausta, P., Honkapuro, S. & Harsia, P. (2016) Building Codes and Demand Response of Energy Use. Proceedings of the CIB World Building Congress 2016: Volume IV: Understanding Impacts and Functioning of Different Solutions.

STE (2014) Energiateollisuus ry:n suositus sähköntoimintusehdoista. http://energia.fi/files/1054/Sahkontoimintusehdot_STE_2014_20160118.pdf

Valtioneuvoston asetus rakentamisen suunnittelutehtävien vaativuusluokkien määräytymisestä (2015) <http://www.ym.fi/download/noname/%7B1043103F-2873-4DC4-A782-A202A0795CA9%7D/109131>

Zhuhadar, L., Thrasher, E., Scarlett M. & Ordóñez de Pablos, P. (2017) The next wave of innovation—Review of smart cities intelligent operation systems. Computers in Human Behaviour, Vol. 66, 273-281.

YLE (2016) Saksassa uudistuvan energian tuotanto huipussa – kuluttajille maksettiin sähkönkulutuksesta (12.5.2016). <http://yle.fi/uutiset/3-8876303>

EL-TRAN -konsortio tutkii, mitä resurssitehokas sähköjärjestelmä tarkoittaa, miten se toteutetaan, millaisia politiikkaongelmia sen toteutuksessa kohtaamme ja kuinka lopulta ratkomme niitä. Hanketta koordinoi Tampereen yliopisto, ja siinä ovat mukana Itä-Suomen yliopisto, Tampereen teknillinen yliopisto, Turun yliopisto, VTT ja Tampereen ammattikorkeakoulu.

Aiemmat EL-TRAN -analyysit

1/2016	Miten toteutetaan resurssitehokkaampi ja ilmastoneutraali sähköenergiajärjestelmä?
2/2016	Miten sähkön siirtohintoja voidaan korottaa? Kansainvälisen investointioikeuden näkökulma
3/2016	Yksilö energiapolitiikan keskiössä – aurinkoenergian sääntelystä Suomessa
4/2016	Pohjoismaiden energiapolitiikka 2030: hiilineutraalimpaan energiajärjestelmään osin yhdessä, osin eri polkuja pitkin
5/2016	Resurssitehokkaampi ja ilmastoneutraalimpi energiajärjestelmä, mutta miten? Suomalaiset avaintoimijat vastaavat
6/2016	Suomalaiset eivät lämpene sähköautoille – miten kiinnostus sytytetään?
7/2016	Tammikuun tehopiikki – mitä tapahtui 7.1.2016? Miten tehoa hallitaan paremmin jatkossa?
